

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. März 2004 (25.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/025105 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02D 41/34

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/002260

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. Juli 2003 (08.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 41 893.4 10. September 2002 (10.09.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

Hoffmannstr. 189, 71229 Leonberg (DE). SAMUELSEN, Dirk [DE/DE]; Tischendorfstrasse 7, 71636 Ludwigsburg (DE). PALMER, Joachim [DE/DE]; Ludwigsburger Str. 6, 70825 Kornthal-Muenchingen (DE). DAMITZ, Jens [DE/DE]; Elly-Heuss-Knapp-Weg 7, 75428 Illingen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

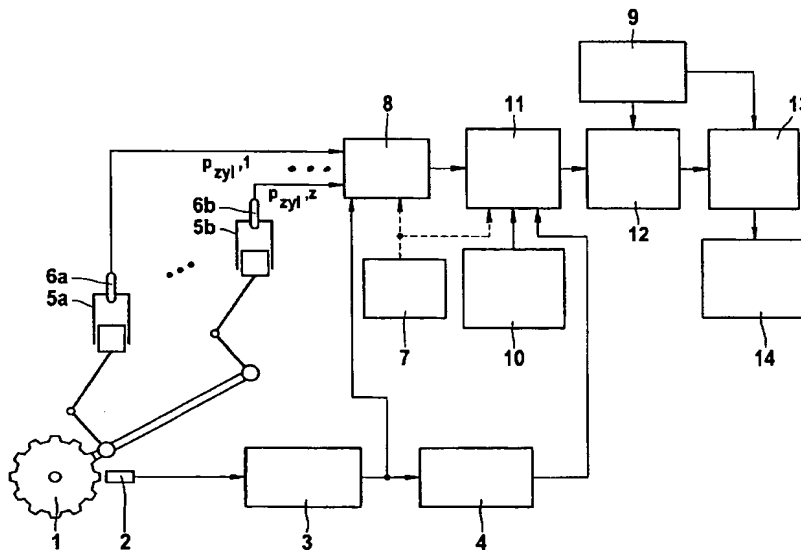
Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHUELER, Matthias [DE/DE]; Alter Ossweiler Weg 72, 71638 Ludwigsburg (DE). FEHRMANN, Ruediger [DE/DE];

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR CORRECTING THE POSITION OF THE ANGULAR MARKS OF AN INCREMENTAL WHEEL OF A ROTATIONAL SPEED SENSOR AND/OR AN ANGLE OF ROTATION SENSOR, AND SYSTEM THEREFOR

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR KORREKTUR DER POSITION DER WINKELMARKEN EINES INKREMENTRADES EINES DREHZAL- UND/ODER DREHWINKELSENSORS UND SYSTEM HIERZU



(57) Abstract: The invention relates to a method for correcting the position of the angular marks of an incremental wheel of a rotational speed sensor and/or an angle of rotation sensor of an internal combustion engine, and to a system therefor. The incremental error of a measuring system used to detect rotational speed or wave angle is determined and compensated using the information of the combustion chamber pressure signal. The wave angle and the rotational speed can be accurately detected by accurately determining the position of the angular marks of the incremental wheel and of the non-equidistant part of the distances between the angular marks.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Korrektur der Position der Winkelmarken eines Inkrementrades eines Drehzahl- und/oder Drehwinkelsensors eines Verbrennungsmotors und ein System hierzu. Unter Ausnutzung der Information des Brennraum-Drucksignals werden die Inkrementfehler eines zur Erfassung von Drehzal bzw. Wellenwinkel benutzten Messsystems ermittelt und kompensiert. Eine genaue Erfassung von Wellenwinkel und Drehzal wird ermöglicht, indem die Position der Winkelmarken des Inkrementalrades und des nichtäquidistanten Anteils der Abstände der Winkelmarken genau bestimmt wird.

VERFAHREN ZUR KORREKTUR DER POSITION DER WINKELMARKEN EINES INKREMENTRADES EINES DREHZAL- UND/ODER DREHWINKELSENSORS UND SYSTEM HIERZU

5

10 Verfahren zur Korrektur der Position der Winkelmarken eines Inkrementrades eines Drehzahl- und/oder Drehwinkelsensors und System hierzu

15 Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Korrektur der Position der Winkelmarken eines Inkrementrades eines Drehzahl- und/oder Drehwinkelsensors eines

20 Verbrennungsmotors und ein System hierzu.

Zur Erfassung von Drehzahl und Winkel, insbesondere Kurbelwinkel und/oder Nockenwinkel, eines Verbrennungsmotors werden Inkrementräder eingesetzt. Ein

25 Inkrementrad weist an seinem Umfang Marken auf, die idealerweise mit äquidistantem Winkelabstand angebracht sind. Das Inkrementrad wird von einem Sensorelement abgetastet. Eine nachgeschaltete Flankenauswertung detektiert die Position der Marken aus dem Sensorsignal.

Der tatsächliche Kurbelwinkel wird durch die Marken des Inkrementrades jedoch nur ungenau erfasst. Unter anderem verfälschen die Toleranzen von Inkrementrad (reale, nicht äquidistante Geberradmarken), Sensor und Flankenbewertung den so erfassten Winkel.

Es sind Verfahren zur Adaption der Toleranzen von Geberrad und Winkelerfassung bekannt (DE 42 16 058 A1).

- 10 Da durch Kompression und Expansion der angesaugten Luft in den Zylindern auch im Schleppbetrieb eine ungleichförmige Drehbewegung des Motors entsteht, benötigen die bekannten Adaptionen Algorithmen Modelle, die diese Drehunförmigkeit des Motors beschreiben. Nach Abtrennung dieser
- 15 Signalanteile vom gemessenen Winkelsignal bleiben die durch die Toleranzen des Geberrads bzw. der Winkelerfassung verursachten Signalanteile übrig.

- Durch Auswertung der verbleibenden Signalanteile, z.B. nach
- 20 der DE 42 16 058 A1, können nichtäquidistante Winkelmarken erkannt und anschließend zur Kompensation der Winkelfehler benutzt werden. Da die Modelle der Drehunförmigkeit des Motors nur bedingt genau sind, ist die beschriebene Trennung der Signalanteile jedoch nur näherungsweise
- 25 möglich. Hierdurch verbleibt ein Restfehler für die Position der Winkelmarken.

Weiterhin sind Verfahren bekannt, um mit Hilfe von Brennraumdruck-Sensoren einzelne Parameter des Verbrennungsprozesses in einem Verbrennungsmotor zu erfassen bzw. zu regeln.

Aufgabe der Erfindung ist es ein Verfahren zur Korrektur der Position der Winkelmarken eines Inkrementrades eines Drehzahl- und/oder Drehwinkelsensors eines Verbrennungsmotors und ein System hierfür bereitzustellen, das eine Adaption der Signale des Inkrementrades auf einfache und dennoch sehr genaue Art und Weise ermöglicht.

15 Die Erfindung und ihre Vorteile

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein System mit den Merkmalen des Anspruchs 13.

20

Die Erfindung hat den Vorteil, dass unter Ausnutzung der Information des Brennraum-Drucksignals die Inkrementfehler eines zur Erfassung von Drehzahl bzw. Wellenwinkel benutzten Messsystems ermittelt und kompensiert werden.

25 Damit ist eine präzisere Steuerung des Verbrennungsmotors möglich. Insbesondere kann mit einem genaueren Winkelsignal

die in einen Verbrennungsmotor einzuspritzende Kraftstoffmenge beinockengesteuerten Systemen mit geringerer Toleranz zugemessen werden.

5. Eine genaue Erfassung von Wellenwinkel und Drehzahl eines Verbrennungsmotors wird ermöglicht, indem die Position der Winkelmarken des Inkrementrades und des nichtäquidistanten Anteils der Abstände der Winkelmarken genau bestimmt wird. Die nichtäquidistanten Abstände der Winkelmarken können
- 10 somit für die Berechnung des Wellenwinkels und der Wellendrehzahl berücksichtigt werden. Die Winkelkorrektur wird in speziellen Betriebssituationen des Verbrennungsmotors aus dem Brennraum-Drucksignal ermittelt.
- 15 Als besonders geeignet für die Ermittlung der Winkelmarkenkorrektur aus dem Zylinderdruckverlauf erweisen sich die Kompressions- und Expansionsphasen der Zylinder im Schleppbetrieb. In diesen Phasen weist die Ableitung des Brennraum-Drucksignals nach dem Kurbelwinkel sehr hohe
- 20 Werte auf.

Wird die Zylinderdruckmessung durch die Winkelmarken getriggert, so führen Fehler in der Position der Winkelmarken zu vom fehlerfreien Fall abweichenden

25 Zylinderdrücken. Diese Abweichungen können erkannt und zur Kalibrierung der Winkelmarken genutzt werden. Deswegen kann

der Winkel beispielsweise der Kurbelwelle mit der beschriebenen Erfindung präziser ermittelt werden als mit bekannten Adaptionsverfahren.

- 5 Modelle für die Drehunförmigkeit des Verbrennungsmotors, wie sie aus dem bekannten Stand der Technik bekannt sind, werden nicht benötigt.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den
10 Unteransprüchen.

Zeichnung

- 15 Die Erfindung wird anhand den in den Zeichnungen dargestellten Figuren und dem nachfolgenden Ausführungsbeispiel näher beschrieben.

Figur 1: zeigt den Zylinderdruck verschiedener Zylinder
20 eines Verbrennungsmotors, der über dem Kurbelwellen-Winkel aufgetragen ist; und

Figur 2: zeigt eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Systems.

25

Gemäß Fig. 1 wird abhängig von der Anzahl Z der Zylinder

des Verbrennungsmotors das Arbeitsspiel bzw. der Kurbelwellen-Winkel in Z verschiedene Segmente so eingeteilt, dass in jedem Segment ein Zylinder existiert, dessen Ein- und Auslassventile geschlossen sind. Dieser
5 Zylinder befindet sich momentan in einer Kompressions- bzw. Expansionsphase und wird für dieses Segment für die Auswertung des Zylinderdrucks zur Winkelmarkenpositionserfassung ausgewählt.

- 10 Im folgenden wird beschrieben, wie erfindungsgemäß für jedes Segment die Position der Winkelmarken anhand des Zylinderdruckverlaufs korrigiert werden kann.
- Der Kurbelwinkel des Verbrennungsmotors wird mit Hilfe eines mit der Kurbelwelle verbundenen Inkrementrades 1
15 erfasst. Dieses Inkrementrad 1 weist an seinem Umfang M Marken auf, die mit idealerweise äquidistantem Winkelabstand $\varphi_{\text{Inkr,ideal}}$ angebracht sind. (Bei Inkrementrädern mit fehlenden, eine Referenzlücke bildenden Marken entspricht M der Anzahl der vollständigen Marken).
- 20 Ein Sensorelement 2 tastet das Inkrementrad ab. Eine Einheit Flankenauswertung 3 detektiert die Position der Marken aus dem Sensorsignal. Ein Inkrementzähler 4 zählt die Anzahl k der im aktuellen Segment detektierten Marken. Pro Segment sind vorzugsweise $2M/Z$ Marken vorhanden.

25

Ausgehend von einem Referenzpunkt vor der ersten

Winkelmarke ergibt sich der Kurbelwinkel $\varphi_{KW,nom}(k)$ für die Winkelmarke k im fehlerfreien Fall aus dem Inkrementzähler durch die Beziehung

$$\varphi_{KW,nom}(k) = k \cdot \Delta\varphi_{inkr,ideal}.$$

Bedingt durch Toleranzen von Inkrementrad 1, Sensorelement 2 und Flankenbewertung 3 ist der Winkel zwischen einzelnen Marken jedoch fehlerbehaftet und es ergibt sich für jede Marke k ein anderer Winkel $\Delta\varphi_{inkr,real}(k)$.

$$\varphi_{KW,real}(k) = \sum_{i=1}^k \Delta\varphi_{inkr,real}(i) \neq k \cdot \Delta\varphi_{inkr,ideal}.$$

Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird getriggert durch die Detektion der Winkelmarken für jeden Zylinder (5a - 5b) des Verbrennungsmotors der Brennraumdruck $p_{Zyl}(1)$, $p_{Zyl}(2)$, ... $p_{Zyl}(2M/Z)$ mittels Drucksensoren (6a - 6b) erfasst. Ein Zylinderzähler 7 wählt mit Hilfe einer Signalauswahl-Einheit 8 daraus das Drucksignal des für dieses Segment bestimmten Zylinders aus. Die gemessenen Druckwerte werden in einer Messwert-Tabelle 11 gespeichert und stehen nach Abschluss der Messung bei der letzten Winkelmarke des Segmentes für eine Auswertung zur Verfügung.

Eine Betriebspunkterkennung 10 überwacht den Betriebszustand des Motors und startet die Auswertung, wenn der Motor sich in einem vordefinierten Betriebszustand befindet. Die Geberradadaption anhand des Zylinderdrucks wird vorzugsweise im Schleppbetrieb durchgeführt, sobald sich für die festgelegte Drehzahl stabile Betriebsbedingungen einstellen. Für diese Betriebsbedingungen ist in der Motorsteuerung eine Referenz-Tabelle 9 vorhanden, in der die sich an den idealen Winkelmarkenpositionen $\varphi_{KW,nom}(k)$ ergebenden Zylinderdrücke abgelegt sind. Diese kann beispielsweise zuvor an einem Prüfstand für ein Exemplar dieses Motortyps ermittelt werden. Bild 1 zeigt in jedem Segment einen beispielhaften Zylinderdruckverlauf, wie er in der Referenz-Tabelle gespeichert sein kann.

Da der Zylinderdruck sehr empfindlich auf kleine Veränderungen der Betriebsbedingungen reagiert (Ladedruck, Ladelufttemperatur) und zudem reale Zylinderdrucksensoren Offset- und Verstärkungsfaktorfehler aufweisen, ist ein direkter Vergleich der gemessenen und als Referenz tabellierten Zylinderdruckwerte nur bedingt möglich. Deshalb werden vorteilhafterweise zunächst in einer Signalaufbereitung 12 ein möglicher Verstärkungsfaktor a und ein Offsetfaktor b geschätzt und das gemessene Drucksignal entsprechend korrigiert. Dies kann z.B. mit

Hilfe eines Least Square Schätzverfahrens geschehen. Die Faktoren a und b werden dabei so bestimmt, dass

$$\sum_{i=1}^{2M/Z} \left[p_{\text{zyl, Tabelle}}(i) - (a \cdot p_{\text{zyl, Messung}}(i) + b) \right]^2 \rightarrow \text{Min}$$

5

minimal wird. Alternativ zu einer Tabelle kann auch eine Funktion verwendet werden und die Parameter der Funktion entsprechend geschätzt werden.

- 10 Um das hier vorgestellte Verfahren auch bei gestörten Zylinderdrucksignalen anwenden zu können ist es als Erweiterung der Erfindung auch möglich die Zylinderdruckwerte zunächst über mehrere Arbeitsspiele zu speichern und die gemessenen Werte für die einzelnen
- 15 Winkelmarken zu mitteln. Hiermit können zusätzlich stochastische, mittelwertfreie Fehler auf den Signalen kompensiert werden.

- Durch einen Vergleich der so vorverarbeiteten, gemessenen Zylinderdruckwerten $a \cdot p_{\text{zyl, Messung}}(k) + b$ mit den tabellierten Werten können in einer Auswerteeinheit 13 Abweichungen festgestellt und diese erfindungsgemäß auf eine fehlerbehaftete Position der Winkelmarken zurückgeführt werden. Der zum Druckwert $a \cdot p_{\text{zyl, Messung}}(k) + b$ gehörende Winkel
- 25 $\varphi_{\text{KW, korrr}}(k)$ kann z.B. aus einer linearen Interpolation

zwischen den tabellierten Zylinderdruckwerten errechnet werden. Für den Positionsfehler ergibt sich $\Delta\phi_{KW, \text{korrr}} = \phi_{KW, \text{korrr}}(k) - \phi_{KW, \text{nom}}(k)$. Dieser wird in einer Winkelkorrekturtablette 14 gespeichert, auf die alle anderen Funktionen im normalen Motorbetrieb zugreifen können. Eine Adaption bzw. Korrektur der Position der Winkelmarken kann vorgenommen und der tatsächliche Kurbelwinkel kann präzise ermittelt werden. Damit ist eine präzisere Steuerung des Verbrennungsmotors möglich.

10

Da die Signalamplitude z.B. eines induktiven Inkrementgebers sehr stark von der Geschwindigkeit zwischen Sensor und Winkelmarke und somit von der Motordrehzahl abhängig ist, können sich auch in der für die Winkelmarkenerkennung benötigten Flankendetektion drehzahlabhängige Fehler ergeben. Diese Drehzahlabhängigkeit kann kompensiert werden, wenn die Kalibrierung der Winkelmarkenabstände aus dem Zylinderdrucksignal bei unterschiedlichen Drehzahlen durchgeführt und in der Winkelkorrektur-Tabelle drehzahlabhängig abgelegt wird.

Da ein Arbeitsspiel aus zwei Kurbelwellenumdrehungen besteht überdecken sich bei Motoren mit gerader Zylinderanzahl Z die Kurbelwinkelbereiche für Zylinder i und $i+Z/2$. Es genügt die Auswertung des Drucksignals der

Zylinder $i=1..Z/2$ bzw. die Ergebnisse können mit den Ergebnissen der Zylinder $i=Z/2+1..Z$ plausibilisiert werden.

Bei Motoren mit ungerader Zylinderanzahl können die
5 Segmente kleiner gewählt werden, so dass sie die Bereiche mit den größten Gradientenänderungen des Drucks beinhalten.

Prinzipbedingt können Positionsfehler der Winkelmarken direkt um den OT nur schwer erkannt werden, da dort der
10 Gradient $dp_{zyl}/d\alpha$ mit dem Kurbelwinkel α sehr kleine Werte aufweist.

Die Wirksamkeit des Verfahrens in Bezug auf genauere Zumessung der Kraftstoffmenge kann nachgewiesen werden,
15 indem die Zumessgenauigkeit beim UIS-System (winkelzumessendes System) ohne und mit aktiver Winkelkorrektur durch das in der Erfindung beschriebene Verfahren verglichen wird.

20 Die Wirksamkeit des Verfahrens kann ferner nachgewiesen werden, indem der Verlauf der Inkrementzeiten ohne und mit aktiver Winkelkorrektur mit dem in der Erfindung beschriebenen Verfahren wird. Mit aktiver Winkelkorrektur stellt sich ein deutlich glatterer Verlauf der
25 Inkrementzeiten ein als ohne Winkelkorrektur.

5

10

Patentansprüche

1. Verfahren zur Korrektur der Position der Winkelmarken

15 (k) eines Inkrementrades (2) eines Drehzahl- und/oder
Drehwinkelsensors (1,2,3,4) eines Verbrennungsmotors,
gekennzeichnet durch folgende Schritte:

a) Erfassen der Winkelmarken (k) mit dem Drehzahl- und/oder
Drehwinkelsensor (1,2,3,4),

20 b) Messen des Brennraumdrucks ($p_{zy1}(1)$, $p_{zy1}(2)$, ...
 $p_{zy1}(2M/Z)$) im jeweiligen Zylinder (5a, 5b) des
Verbrennungsmotors,

c) Zuordnen eines gemessenen Druckwertes ($p_{zy1}(1)$, $p_{zy1}(2)$,
... $p_{zy1}(2M/Z)$) zu den erfassten Winkelmarkpositionen

25 ($\varphi_{inkr, real}(k)$),

d) ggf. Korrektur der gemessenen Druckwerte ($p_{zy1}(1)$,
 $p_{zy1}(2)$, ... $p_{zy1}(2M/Z)$) in einer Signalaufbereitung (12),

e) Speichern der erfassten Winkelmarkpositionen

($\varphi_{inkr, real}(k)$) mit den zugehörigen, gemessenen Druckwerten

$(p_{zyl}(1), p_{zyl}(2), \dots p_{zyl}(2M/Z))$ in einer Messwert-Tabelle (11),

f) Ablegen von sich an den idealen Winkelmarkenpositionen $(\varphi_{inkr,ideal}(k))$ ergebenden Idealdruckwerten $(p_{zyl,ideal}(1),$

5 $p_{zyl,ideal}(2), \dots p_{zyl,ideal}(2M/Z))$ in einer Referenz-Tabelle (9),

g) Vergleich der gemessenen und ggf. in der Signalaufbereitung (12) vorverarbeiteten Druckwerten $(p_{zyl}(1), p_{zyl}(2), \dots p_{zyl}(2M/Z))$ mit den Idealdruckwerten

10 $(p_{zyl,ideal}(1), p_{zyl,ideal}(2), \dots p_{zyl,ideal}(2M/Z)),$

h) Feststellen von Abweichungen $(\Delta\varphi_{KW,Korr}(k))$ der gemessenen Winkelmarkenpositionen $(\varphi_{inkr,real}(k))$ zu den idealen

Winkelmarkenpositionen $(\varphi_{inkr,ideal}(k))$ bei übereinstimmenden Zylinderdruckwerten $(p_{zyl}(1) = p_{zyl,ideal}(1), p_{zyl}(2) = p_{zyl,ideal}$

15 $(2), p_{zyl}(2M/Z) = p_{zyl,ideal}(2M/Z))$ in einer Auswerteeinheit (13),

i) Korrigieren der gemessenen Winkelmarkenpositionen $(\varphi_{inkr,real}(k))$ um die festgestellten Abweichungen $(\Delta\varphi_{KW,Korr})$.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
20 dass das Verfahren in vordefinierten Betriebszuständen des Verbrennungsmotors, insbesondere im verbrennungsfreien Schleppbetrieb, durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Feststellen von Abweichungen

($\Delta\phi_{KW, \text{Korr}}$) der gemessenen Winkelmarkenpositionen zu der idealen Winkelmarkenpositionen im Bereich von markanten Zylinderdruckwerten erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
5 dass die markanten Zylinderdruckwerte Maximalwerte in der Kompressions- und/oder Expansionsphase des jeweiligen Zylinders sind.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
10 dass die Maximalwerte über die Ableitungen der Brennraum-Drucksignale über dem Wellenwinkel bestimmt werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur der gemessenen Druckwerte gemäß Schritt d) im Least Square Schätzverfahrens erfolgt.
- 15 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass im Least Square Schätzverfahren ein Verstärkungsfaktor a und ein Offsetfaktor b geschätzt wird, wobei folgende Summe

$$\sum_{i=1}^{2M/Z} \left[p_{\text{zyl, Tabelle}}(i) - (a \cdot p_{\text{zyl, Messung}}(i) + b) \right]^2 \rightarrow \text{Min}$$

- 20 minimal wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderdruckwerte

zunächst über mehrere Arbeitsspiele gemessen und gespeichert werden und dass diese Zylinderdruckwerte für die einzelnen Winkelmarkenpositionen gemittelt werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet, dass der Betriebszustandes des Verbrennungsmotors mittels einer Betriebspunkterkennung (10) überwacht wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Inkrementrad (2)
10 verschiedene Segmente (Z) aufweist, die jeweils einem Zylinder zugeordnet sind, wobei eine Signalauswerte-Einheit (13) aus den gemessenen Markenpositionen den Segmenten einzelne Zylinder zuordnet und die Druckwerte des jeweiligen Zylinders dem entsprechenden Segment zuordenbar
15 sind.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Drehzahlabhängigkeit der Erfassung der Winkelmarkenpositionen kompensiert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,
20 dass die Kalibrierung der Winkelmarkenabstände aus dem Zylinderdrucksignal bei unterschiedlichen Drehzahlen durchgeführt und in der Winkelkorrektur-Tabelle drehzahlabhängig abgelegt wird.

13. System zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das umfasst:

- Drehzahl- und/oder Drehwinkelsensors, mit einem der Drehbewegung einer Welle folgenden Inkrementalrad (1) mit Winkelmarken (K) und wenigstens einem Sensorelement (2),
- 5 - Messsensoren (6a, 6b), die die Druckwerte der Brennraumdrücke in den einzelnen Zylindern (5a, 5b) des Verbrennungsmotors messen,
- ein Steuergerät mit einer Signalauswertung (8), mit einer
- 10 Messwert-Tabelle (11), einer Referenz-Tabelle (9), mit ggf. einer Signalaufbereitung (12), mit einer Auswerteeinheit (13) und mit einer Winkelkorrekturtabelle (14).

1 / 2

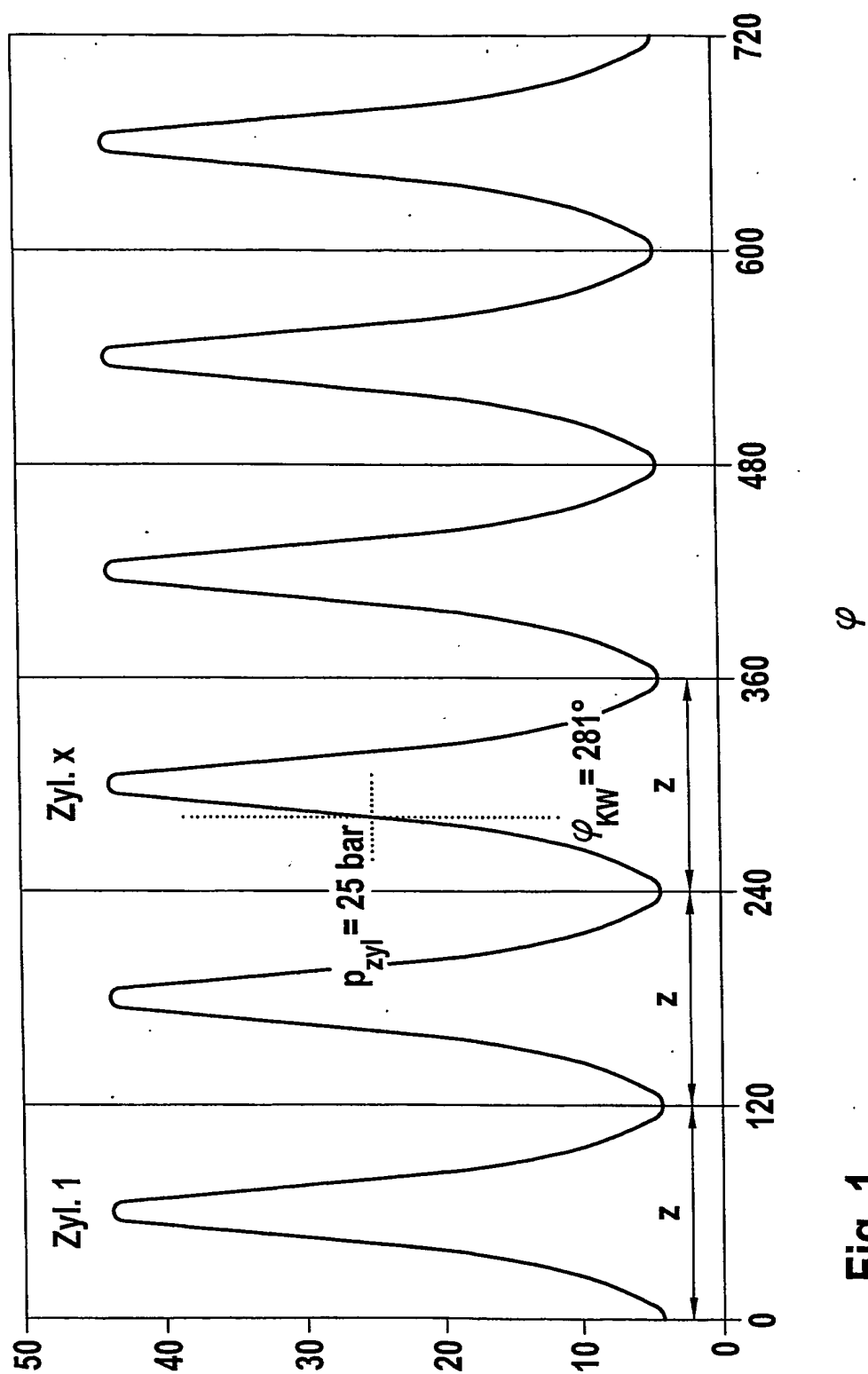


Fig. 1

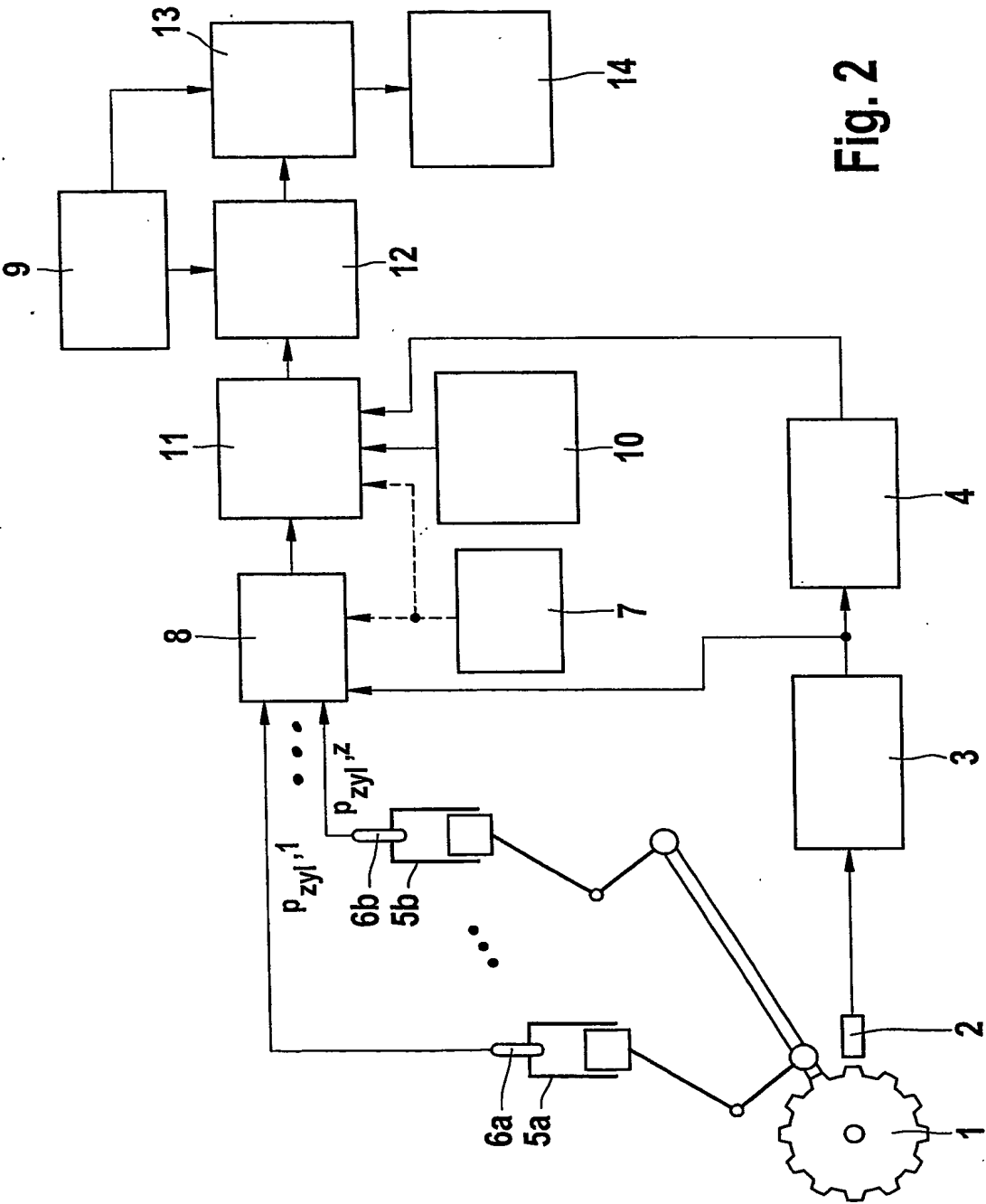


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Classification No

PCT/DE 03/02260

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02D41/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02D F02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 611 311 A (TOMISAWA NAOKI) 18 March 1997 (1997-03-18) abstract column 4, line 65 -column 6, line 37; figures 3,4	1-13
A	DE 42 16 058 A (BOSCH GMBH ROBERT) 18 November 1993 (1993-11-18) cited in the application the whole document	1-13
A	US 4 744 243 A (TANAKA AKIRA) 17 May 1988 (1988-05-17) the whole document	1-13
A	US 5 864 775 A (BRADSHAW BENJAMIN JAMES ET AL) 26 January 1999 (1999-01-26) the whole document	1-13

-/--

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 November 2003

Date of mailing of the international search report

27/11/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nicolás, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 03/02260

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 789 658 A (HENN MICHAEL ET AL) 4 August 1998 (1998-08-04) abstract; figure 1	11, 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/02260

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5611311	A	18-03-1997	JP	8028338 A	30-01-1996
			DE	19525240 A1	18-01-1996
DE 4216058	A	18-11-1993	DE	4216058 A1	18-11-1993
			JP	6033822 A	08-02-1994
US 4744243	A	17-05-1988	JP	63009679 A	16-01-1988
			DE	3721162 A1	21-01-1988
			GB	2192028 A , B	31-12-1987
US 5864775	A	26-01-1999	DE	69522943 D1	31-10-2001
			DE	69522943 T2	11-04-2002
			EP	0769134 A1	23-04-1997
			ES	2163518 T3	01-02-2002
			WO	9601980 A1	25-01-1996
US 5789658	A	04-08-1998	DE	19540674 A1	07-05-1997
			FR	2740509 A1	30-04-1997

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Internationaler Zeichen

PCT/DE 03/02260

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02D41/34

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02D F02P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 611 311 A (TOMISAWA NAOKI) 18. März 1997 (1997-03-18) Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 65 -Spalte 6, Zeile 37; Abbildungen 3,4	1-13
A	DE 42 16 058 A (BOSCH GMBH ROBERT) 18. November 1993 (1993-11-18) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-13
A	US 4 744 243 A (TANAKA AKIRA) 17. Mai 1988 (1988-05-17) das ganze Dokument	1-13
A	US 5 864 775 A (BRADSHAW BENJAMIN JAMES ET AL) 26. Januar 1999 (1999-01-26) das ganze Dokument	1-13
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. November 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

27/11/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Nicolás, C

INTERNATIONALER PATENT-UND FÜRCHENBERICHT

Internationaler Patent- und Fürchenzeichen

PCT/DE 03/02260

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>US 5 789 658 A (HENN MICHAEL ET AL) 4. August 1998 (1998-08-04) Zusammenfassung; Abbildung 1</p>	11,12

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Internationaler Rechen

PCT/DE 03/02260

Im Rechenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5611311 A	18-03-1997	JP 8028338 A DE 19525240 A1	30-01-1996 18-01-1996
DE 4216058 A	18-11-1993	DE 4216058 A1 JP 6033822 A	18-11-1993 08-02-1994
US 4744243 A	17-05-1988	JP 63009679 A DE 3721162 A1 GB 2192028 A ,B	16-01-1988 21-01-1988 31-12-1987
US 5864775 A	26-01-1999	DE 69522943 D1 DE 69522943 T2 EP 0769134 A1 ES 2163518 T3 WO 9601980 A1	31-10-2001 11-04-2002 23-04-1997 01-02-2002 25-01-1996
US 5789658 A	04-08-1998	DE 19540674 A1 FR 2740509 A1	07-05-1997 30-04-1997